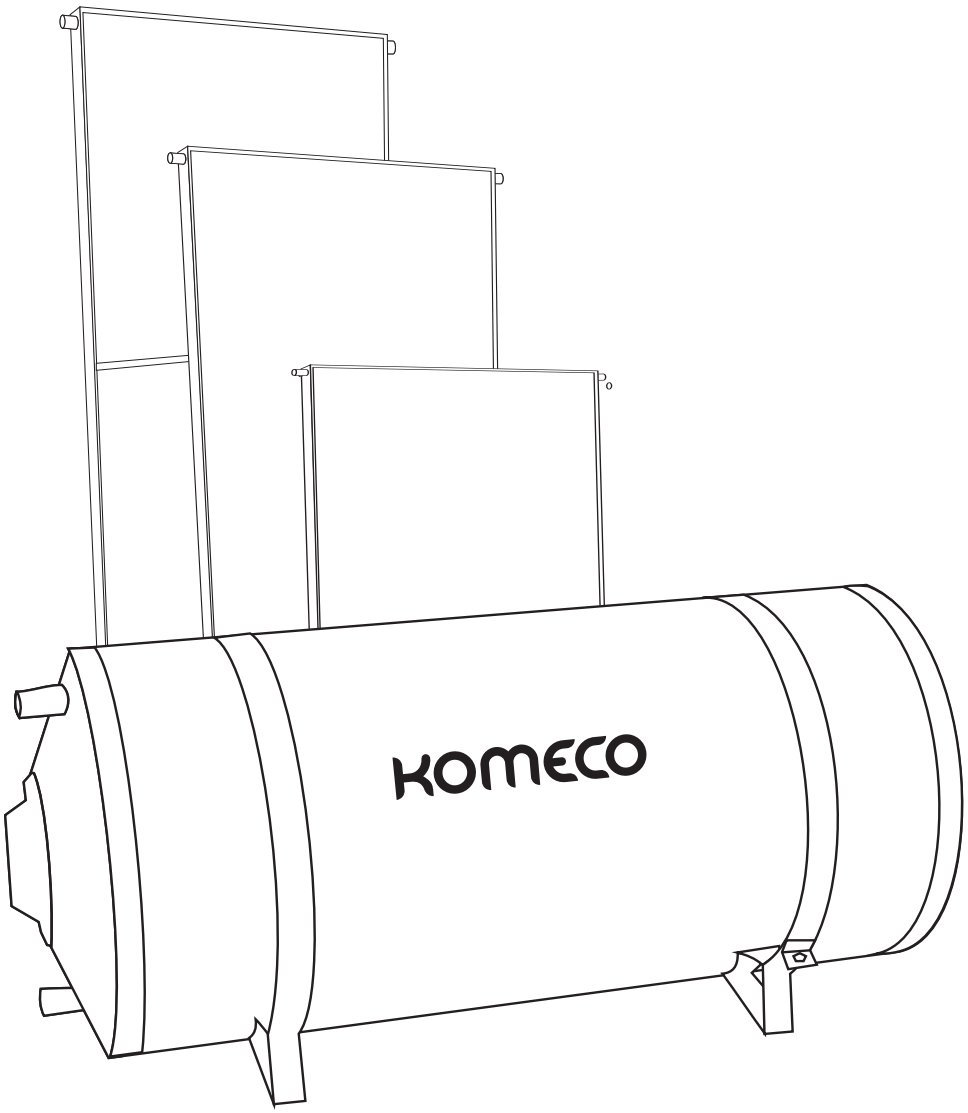
MANUAL DE INSTALAÇÃO



KOMECO

AQUECEDOR SOLAR

SUMÁRIO

CONCEITOS BÁSICOS....03

TABELAS DE CONVERSÕES....04

INTRODUÇÃO....06

- COLETORES SOLARES....06
- RESERVATÓRIO TÉRMICOS....07

TUBOS E CONEXÕES....08

QUALIDADE DA ÁGUA....08

FUNCIONAMENTO....09

- SISTEMA TERMOSSIFÃO....09
  - ESQUEMA DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA TERMOSSIFÃO....10
  - DISTÂNCIAS INDICADAS PARA O SISTEMA TERMOSSIFÃO....11

- SISTEMA FORÇADO....12

DIMENSIONAMENTO....13

INSTALAÇÃO....15

- RESERVATÓRIOS TÉRMICOS....15
  - RESPIRO PARA BAIXA PRESSÃO....16
  - RESPIRO PARA ALTA PRESSÃO....17
  - ASSOCIAÇÃO DE RESERVATÓRIOS TÉRMICO....18

- COLETORES SOLARES....19
  - MONTAGEM E FIXAÇÃO DAS BATERIAS DE COLETORES SOLARES....19
  - ACHANDO O NORTE VERDADEIRO....21
  - CONFERINDO A INCLINAÇÃO DO TELHADO....22
  - SOMBREAMENTO E DISTÂNCIA ENTRE BATERIAS DE COLETORES SOLARES....23
  - ARRANJO DE COLETORES SOLARES....24

ISOLAMENTO TÉRMICO....26

VÁLVULA ANTI-CONGELAMENTO....26

APOIOS PARA O AQUECIMENTO SOLAR....27

- APOIO ELÉTRICO....27
  - ESQUEMA ELÉTRICO....28
  - ALTERANDO A TENSÃO DE ENTRADA NOS RESERVATÓRIOS TÉRMICOS....28
    - MONOFÁSICO....28
    - TRIFÁSICO 220V....29
    - TRIFÁSICO 380V....30

- APOIO A GÁS....31

POSSÍVEIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES....33

ANOTAÇÕES....34

CONCEITOS BÁSICOS

1.1 O que é pressão?

Pressão pode ser entendida como a grandeza que expressa o valor que uma força "F" exerce sobre uma determinada área "A", ou seja, pressão é a força exercida em uma determinada área de contato.

Logo:

P = Força/Área

Nos fluidos (líquidos e gasosos) a pressão é exercida em todas as direções.

Exemplos de unidades de pressão:

- **m.c.a** (metros de coluna de água);
- **mm.c.a** (milímetros de coluna de água);
- **kgf/cm²** (kilogramas força por centímetro quadrado);
- **MPa** (Mega Pascal);
- **Psi = Lbf/pol²** (Libra força por polegada ao quadrado)

1.1.1 Instrumentos utilizados para medição de pressão

Manômetros de Bourdon;
- Manômetros digitais;
- Manômetros de coluna de água;

Conversões p/ pressão de água

1 kgf/cm² = 10 m.c.a.;
1 MPa = 100 m.c.a;
1 kgf/cm² = 14,7 Psi = 14,7 Libf/pol²;

1.2 O que é vazão?

É a quantidade de massa (kg) ou volume (l) de um fluido que passa uma secção transversal ao fluxo por um determinado intervalo de tempo.
Logo:

Vazão = Volume ou massa / tempo

Conversão p/ vazão de água

1 m³/h = 16.67 l/min

A vazão está relacionada com a pressão disponível, bem como o diâmetro da tubulação em uso!

TABELAS DE CONVERSÕES

7.1 Tabelas de conversão para Temperatura

Fahrenheit Para Celsius	°C=(5/9)(°F – 32)
Celsius para Fahrenheit	°F = (9/5)/ °C + 32
Celsius para Kelvin	K = ºC + 273

7.2 Tabelas de conversão para Massa

	kg	t	lb
1 kg	1	0,001	2,20462
1 t	1000	1	2204,62
1 lb	0,453592	$4{,}53592 \times 10^{-4}$	1

7.3 Tabelas de conversão para Pressão

	Bar	kPa (kN)	kgf / cm^2	mm de Hg	lbf / in^2 (psi)	atm
atm	1,013	101,3	1,033	760	14,7	1
bar	1	100	1,020	750	14,5	0,987
kgf / cm^2	0,98	98	1	736	14,2	0,968
lbf / in^2 (psi)	0,069	6,9	0,070	51,7	1	0,068

1 mm deágua = 9,81 Pa
1 pol de Hg = 3386,4 Pa
1 torr. = 1 mm de Hg a 0°C
1 mikron = 10^{-6} m

7.4 Tabelas de conversão para Volume

	m^3	ft^3	Galão (EUA)	Bbl
1 m^3	1	35,3147	264,17	6,28976
1 ft^3	0,028317	1	7,4805	0,178107
1 Galão (EUA)	0,003785	0,133681	1	0,02381
1 bbl	0,158988	5,6146	42	1

7.5 Tabelas de conversão para Densidade

	kg/m^3	lb/ft^3
1 kg/m^3	1	0,062428
1 lb/ft^3	16,0185	1

Para todos os fins práticos,

1 kg/m^3 = 1 g/litro
1 kg/l = 1000 kg/m^3 = 1 g/ml = 1 g/cm^3

7.6 Tabelas de conversão para Energia

Multiplicar	Por	Para obter
Cavalos-vapor	1.01387	Cavalos-Vapor Métricos
Cavalos-vapor	0.7457	Quilowatts
Cavalos-vapor	745.7	Watts
Cavalos-Vapor Métricos	0.98632	Cavalos-Vapor
Pés Libras-Força/Segundo	1.35582	Watts
Quilowatts	1.341	Cavalos-Vapor
Watts	0.00134102	Cavalos-Vapor
Watts	0.00135962	Cavalos-Vapor Métricos
Watts	0.737562	Pés Libras-Força/Segundo

INTRODUÇÃO

O que é um Aquecedor Solar?

Trata-se de um sistema de aquecimento de água que através de Coletores Solares (placas) aquecem a água, transferidos pelos raios solares em forma de energia térmica e armazenam esta água aquecida em reservatórios Térmicos, conhecidos como Boilers.

COLETOR SOLAR

Função do Coletor Solar:

É responsável pela captação dos raios solares e transmissão do calor absorvido para o fluído que está no interior da tubulação do coletor. No nosso caso o fluído utilizado é a água.

Componentes do Coletor Solar:

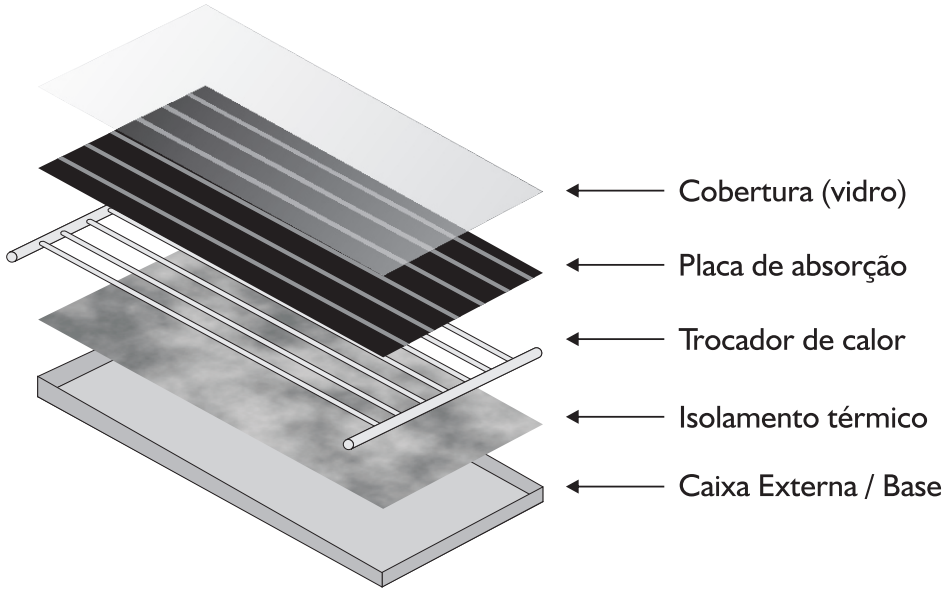


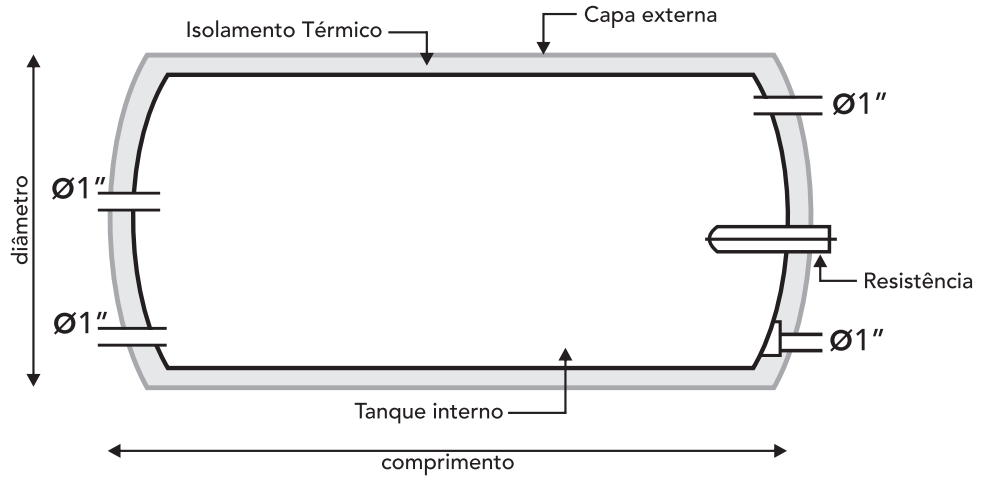
Figura 1. Componentes de um Coletor Solar Komeco

- A KOMECO dispõe de 3 modelos de coletores:

  - KPS-100 : 1m² de área coletora (1,0 m X 1,0 m);
  - KPS-150: 1,5m² de área coletora (1,5 m X 1,0 m);
  - KPS-200: 2,0m² de área coletora (2,0 m x 1,0 m).

RESERVATÓRIO TÉRMICO

É responsável por armazenar a água aquecida nos coletores, os Reservatórios Térmicos KOMECO, são fabricados internamente com cilindro de aço inox AISI 304, para suportar os volumes de água quente em altas temperaturas (95°C).
Possuem espessa camada de isolamento térmico, feita em Poliuretano expandido, que é atualmente o melhor material existente para isolamento térmico, por ter alta densidade com baixíssima transmissão de calor, mantendo a água quente por mais tempo. Capa externa em alumínio polido e calotas em plástico injetado para proteção da camada de isolamento e acabamento externo do Reservatório Térmico, próprio para regiões litorâneas, onde o graus de oxidação é muito elevado, decorrente da maresia.



DIMENSÕES

MODELO	VOLUME	DIMENSÕES		
	Litros	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	
			Baixa Pressão	Alta Pressão
KORT - 20	200	700	940	990
KORT - 30	300	700	1250	1320
KORT - 40	400	700	1560	1650
KORT - 50	500	700	1870	1930
KORT - 60	600	700	2180	2320
KORT - 80	800	880	1950	1950
KORT - 100	1000	880	2340	2340
KORT - 150	1500	1080	2330	2330
KORT - 200	2000	1080	2960	2960
KORT - 250	2500	1080	3600	3600

IMPORTANTE

A KOMECO possui Reservatórios Térmicos de **Baixo Pressão** (até 5 m.c.a ou 0,5 kgf/cm²) e de **Alta Pressão** (até 40 m.c.a. ou 4 kgf/cm²).

ATENÇÃO!

Todos os desenhos utilizados neste manual servem para demonstrar as formas de instalação, são apenas para efeito ilustrativo. As medidas indicadas devem seguir rigorosamente a Norma ABNT - NBR 15569.

TUBOS E CONEXÕES

Em uma instalação, o circuito primário (toda a tubulação compreendida entre o reservatório térmico e a bateria de coletores solares) deve ser de tubulação de cobre, pois são materiais que suportam trabalhar com alta temperatura e desta forma evita danificar o sistema de interligação entre o reservatório térmico e os coletores solares, com o aparecimento de sifões ou danos a outros componentes do sistema primário.

Estudos efetuados em universidades, mostram que o recomendável para um sistema em termossifão é que ele não passe de 14 metros na soma total da interligação entre o reservatório e os coletores, melhor dizendo, a soma dos comprimentos equivalentes da tubulação com as conexões (cotovelos, curvas, uniões e etc.) utilizadas não devem ultrapassar 14 metros de distância no total.

Abaixo temos uma tabela que faz a equivalência de cada componente em um sistema com diâmetro de tubulação de 22 mm e de 28mm:

Diâmetro (mm)	Cotovelo de 90°	Curva de 45°	"T" Passagem direta	"T" Passagem lateral	Registro de gaveta aberto
22	1,2 m	0,5 m	0,8 m	2,4 m	0,2 m
28	1,5 m	0,7 m	0,9 m	3,1 m	0,3 m

1m de tubulação com Ø 22mm = 3,3m de tubulação de com Ø 28mm

Para otimizar uma instalação, recomendamos utilizar tubos com diâmetro de 22 mm para áreas coletoras de até 8 m² e utilizar tubos com diâmetro de 28 mm para áreas de até 12m². Ultrapassando estes valores é necessário a utilização de uma bomba hidráulica para fazer a circulação de água entre os coletores e o reservatório térmico.

QUALIDADE DA ÁGUA

Os elementos presentes na água que representam risco de corrosão aos aços inoxidáveis são os da séria 7A da tabela periódica, chamados de halogênios: F (Flúor), Cl (Cloro), Br (Bromo), I (Iodo) e At (Astato). Na prática o único encontrado na água é o Cl, pois é utilizado como oxidante das impurezas da água. Seu teor deve ser limitado a:

	INOX 304	INOX 316
Água Temperatura Ambiente	200 ppm	800 ppm
Água Quente	50 ppm	250 ppm

Recomendamos a análise da água em laboratório químico ou através da companhia fornecedora de água para certificar se a qualidade da água está dentro dos parâmetros descritos acima, assim como a utilização de filtros para neutralizar as possíveis causas de corrosão nos equipamentos, neste caso, todo o interior do reservatório térmico.

FUNCIONAMENTO

O Principio de funcionamento do aquecedor solar é bastante simples. A água é aquecida nos coletores e armazenada no reservatório térmico. Esta circulação de água pode-se dar de duas maneiras:

TERMOSSIFÃO

Trata-se de um sistema de circulação natural que ocorre da incidência de Sol sobre o coletor solar. A placa de absorção do coletor solar transmite o calor gerado para a água que está passando pela serpentina, neste momento começa a ocorrer uma diferença de densidade entre a água fria e a água quente. A água quente quando aquecida fica menos densa (mais leve) e deste forma a coluna de alimentação de água fria entre o reservatório térmico e a bateria de coletores vai força-la a percorrer o caminho do sistema, formando um anel de circulação de água. Este sistema vai aquecendo o volume de água dentro do reservatório térmico enquanto existir radiação solar incidente na bateria de coletores ou até a diferença de temperatura da água do fundo do reservatório térmico ser maior ou igual a temperatura da água que está passando na bateria de coletores.

É importante que para o funcionamento perfeito do sistema em termossifão seja analisados os parâmetros de instalação, desde inclinação do tenhado, distâncias entre caixad'água - reservatório térmico - coletor solar, posição dos coletores (desvio do **N** verdadeiro) e conexões utilizadas.

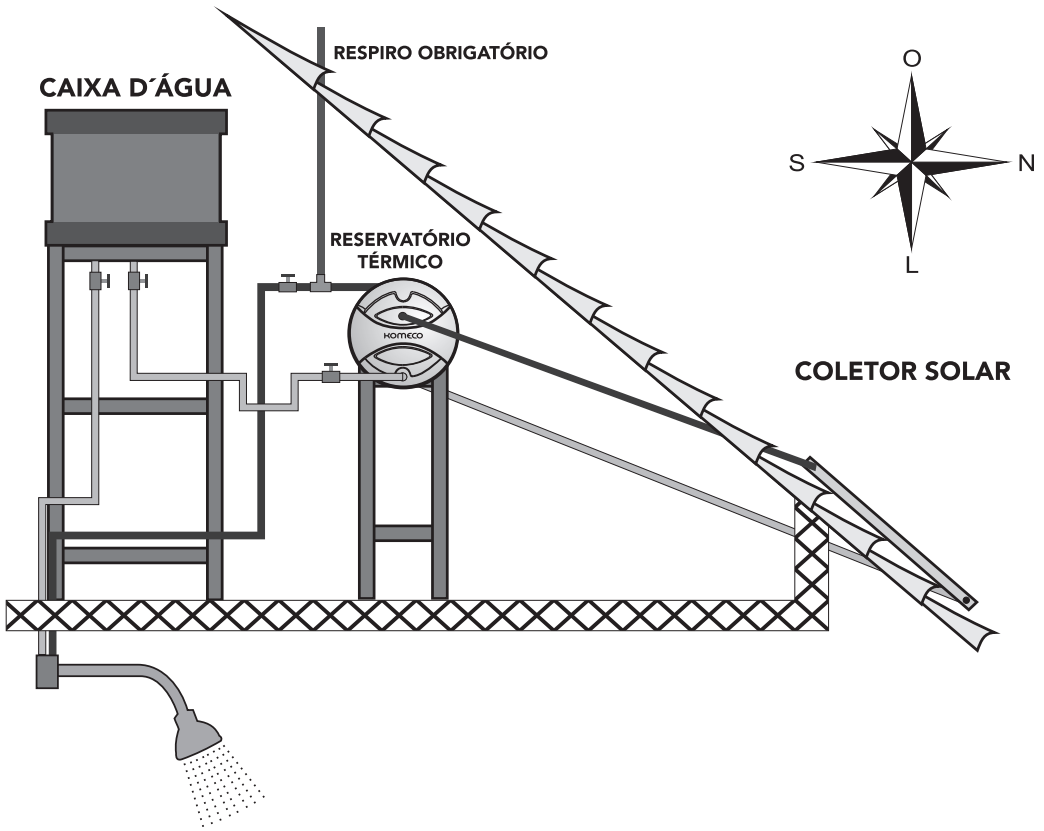
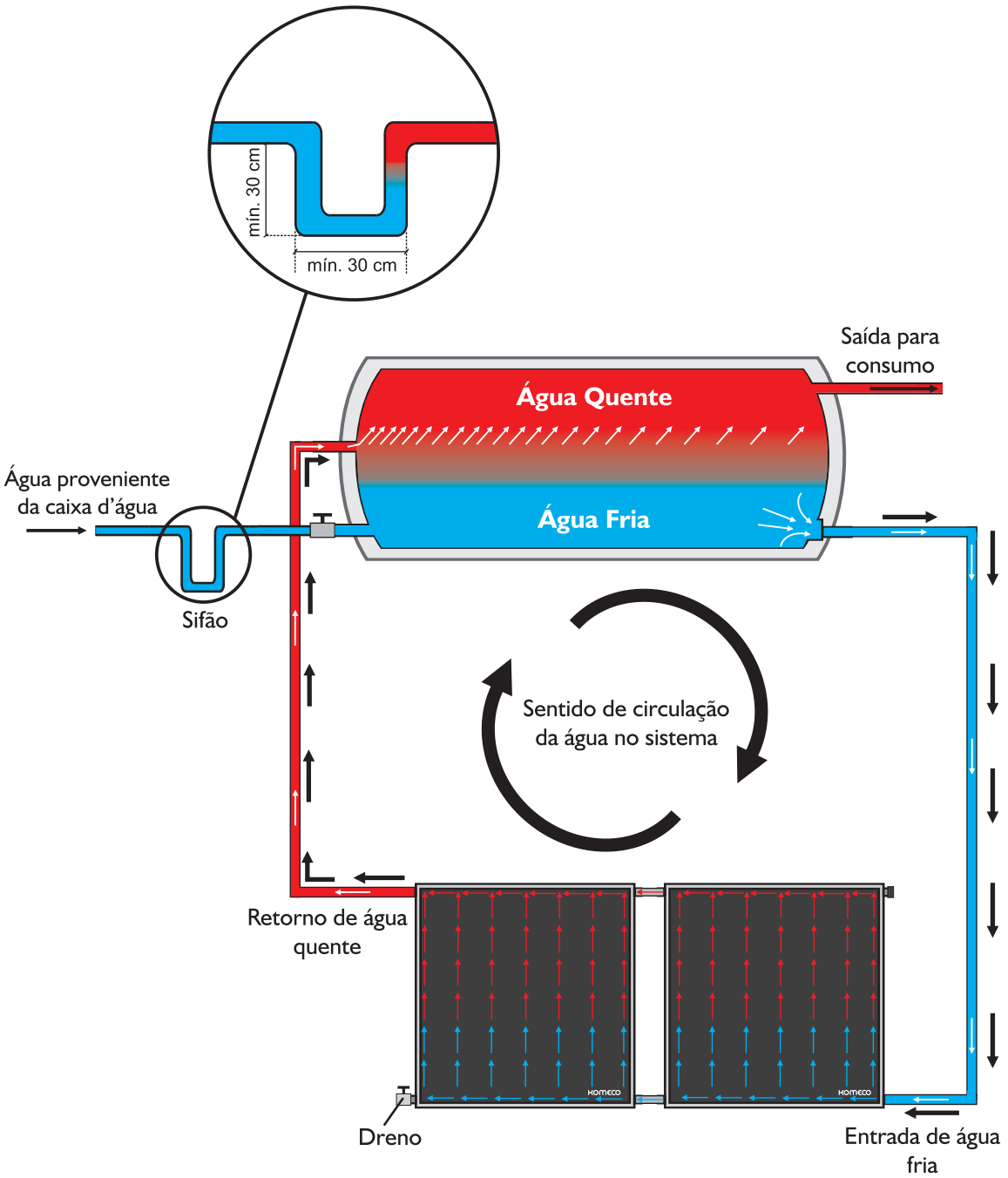


Figura 3. Princípio de funcionamento com Termossifão.

FUNCIONAMENTO

ESQUEMA DE CIRCULAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA TERMOSSIFÃO



ATENÇÃO!

No sistema TERMOSSIFÃO toda a tubulação que faz a interligação do reservatório térmico a bateria de coletores solares, deve estar na posição inclinada e sempre no sentido descendente (↘) e a tubulação que faz a ligação da bateria de coletores com o reservatório térmico deve estar na posição inclinada e sempre no sentido ascendente (↗), não fazendo sifões e assim impedindo a formação de bolhas de ar, mantendo o perfeito funcionamento do sistema.

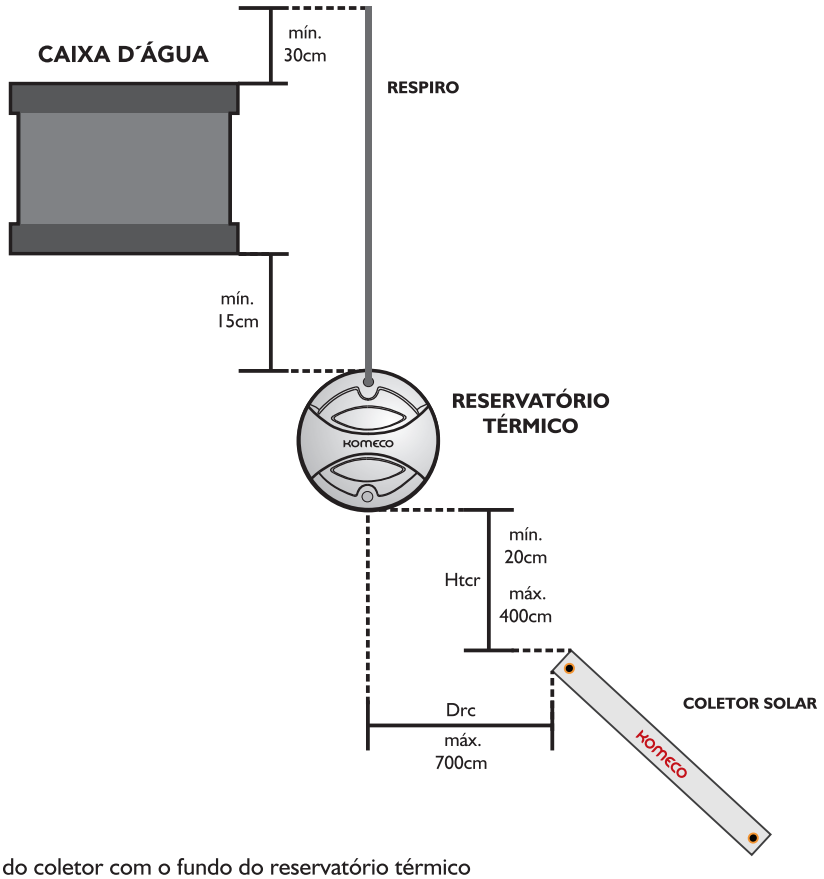
DISTÂNCIAS INDICADAS PARA O SISTEMA TERMOSSIFÃO

Para melhor utilização e eficiência do sistema de circulação com termossifão, é importante salientar que algumas precauções devem ser seguidas quando falamos de parâmetros geométricos entre:

CAIXA D'ÁGUA-RESERVATÓRIO TÉRMICO-COLETORES SOLARES

O reservatório térmico deve estar sempre cheio e para que isso seja possível em uma instalação, a caixa d'água deve ser instalada sempre acima do nível superior do reservatório térmico, garantindo uma altura mínima de trabalho entre eles de 15 cm.

No caso dos coletores solares duas distâncias são necessárias, a altura entre o topo do coletor com o fundo do reservatório térmico (Htcr) e do reservatório térmico com o coletor solar (Drc). A distância Htcr diminui o fluxo reverso do sistema e permite que o sistema de circulação do termossifão funcione corretamente. A distância Drc deve ser menor que dez vezes a distância Htcr e deve manter cerca de 10% de inclinação da tubulação para evitar criação de bolhas e de sifões no sistema.
No caso das distâncias do coletor para o reservatório passarem de 14 metros no total, deve ser utilizado um sistema forçado de circulação, pois o sistema termossifão começará a perder rendimento e capacidade de circulação natural da água devido ao comprimento da linha.



Htcr = Altura entre topo do coletor com o fundo do reservatório térmico
Drc = Distância entre reservatório térmico e coletor solar

FUNCIONAMENTO

FORÇADO

Trata-se de um sistema de circulação forçada que é acionado através de uma bomba hidráulica, responsável pela circulação da água no sistema. Ela é empregada normalmente onde não é possível a utilização do sistema de termossifão, pois não é possível vecer o atrito ou as perdas de carga da tubulação causadas pelo fato dos coletores solares estarem instalados no mesmo ou acima do nível superior de reservatório térmico.
Para reservatórios térmicos com volumes acima de 1000 litros, recomendamos a utilização do sistema forçado para a circulação de água no sistema.
Para o acionamento do sistema forçado, deve existir uma **diferença** maior que 5°C (positivo) entre o topo do coletor com o fundo do reservatório térmico (saída de alimentação de água fria para os coletores). Todas as leituras medidas são efetuadas por sensores de contato que estão localizado na tubulação de saída de água quente dos coletores para o reservatório e no fundo do reservatório térmico, na flange de saída de água que alimenta os coletores solares. Seu desligamento ocorre quando a **diferença** fica em 2°C(positivo). Essa temperatura é monitorada por um comando eletrônico, o termostato diferencial ou um controlador diferencial de temperatura.
Para a fixação dos sensores do Comando Diferencial de Temperatura na tubulação de saída de água fria para os coletores solares e na saída de água quente dos coletores para o reservatório térmico, deve ser feito com a utilização de fita isolante e espuma isolante térmica. Vide ***Figura A***:

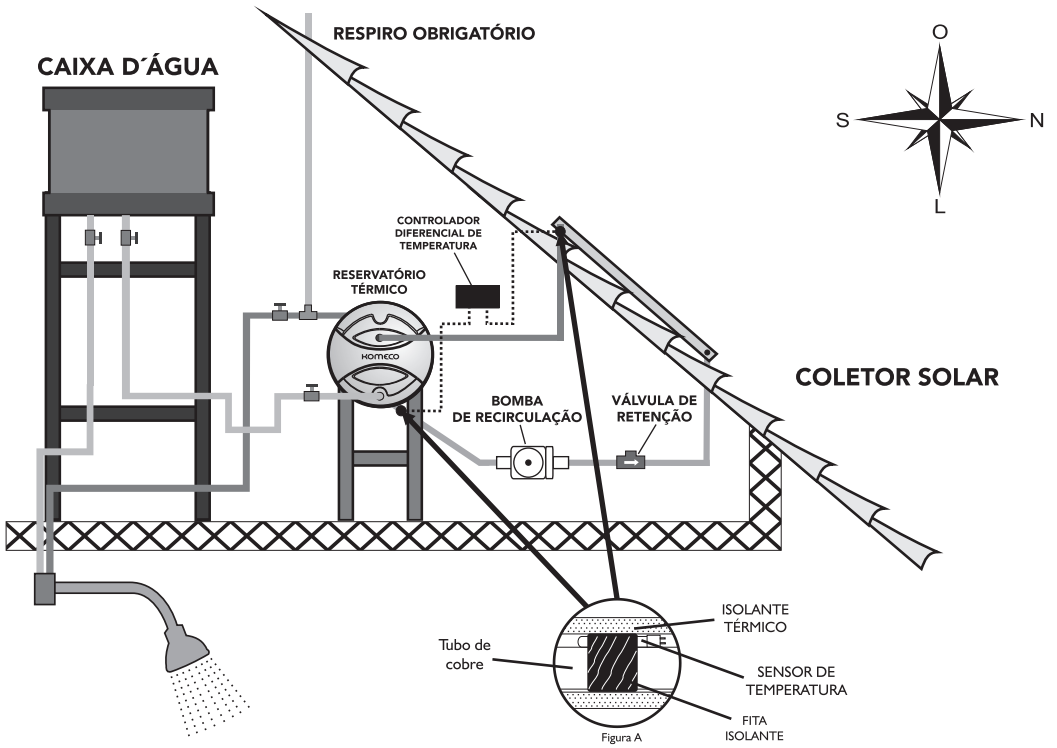


Figura 4. Princípio de funcionamento forçado (moto-bomba).

DIMENSIONAMENTO

Para fazer o dimensionamento de um sistema de aquecimento solar corretamente, para projeto e execução de instalações prediais de água quente, é obrigatório seguir todas as recomendações abordadas na norma ABNT-NBR7198.

É necessário descobrir qual será o consumo de água quente da residência e/ou estabelecimento. O volume do reservatório térmico deve suprir um dia de consumo. Para isso, é necessário conversar com o cliente, ou analisar o projeto da obra, para depois fazer uso da tabela de consumo abaixo:

CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA QUENTE POR PESSOA

Casas de Alto Padrão (mais de 3 banheiros, água quente na lavanderia, churrasqueira, etc)	100lts / pessoa / dia
Casas de Médio Porte (até 2 banheiros e água quente na cozinha)	80lts / pessoa / dia
Casas Populares (só 1 banheiro)	50lts / pessoa / dia

BANHEIRAS DE HIDROMASSAGEM

Simples (1 pessoa)	100lts / utilização
Dupla (2 pessoas)	200lts / utilização

HOTÉIS

50lts / hóspede / dia

DIMENSIONAMENTO DA ÁREA COLETORA (PLACAS)

Vamos separar o dimensionamento dos coletores em duas partes: **teórico e prático**.

TEÓRICO:

Conforme ATLAS Brasileiro de Insolação adota-se a tabela abaixo:

CLIMA	**m² / 100lt**
Frio *	1,5
Temperado	1,0

* Em regiões com inverno rigoroso, onde ocorrem geadas, deve-se instalar **válvula anti-congelamento**, para evitar o congelamento e rompimento dos coletores.

* Em regiões com inverno rigoroso, onde ocorrem geadas, deve-se instalar uma válvula anti-congelamento, para impedir o congelamento e conseqüentemente o rompimento da tubulação de alimentação da bateria de coletores e até o rompimento

Desta forma, segue exemplo abaixo:

Casa de alto padrão, com três moradores, em clima temperado:
R.T. = 3 x 100 litros/pessoa
R.T. = 300 litros

Temperado: 100lts = 1m²
300lts = **3m²**

Para o exemplo acima, será adotado um Reservatório Térmico de 300 litros + 3m² de área coletora.
Podem ser instaladas três placas de 1m² ou duas placas de 1,5m².

Passamos agora para a parte **prática**.

PRÁTICO:
Com o dimensionamento teórico, parte-se para o local de instalação, se imagina ter Face Norte (N) e altura suficiente para se fazer termossifão.
Havendo altura suficiente para o termossifão, deve-se optar sempre por utilizar a placa maior, pois tem melhor rendimento: **1 KPS-200 (2m²) é melhor do que 2 KPS-100 (1m²)**.

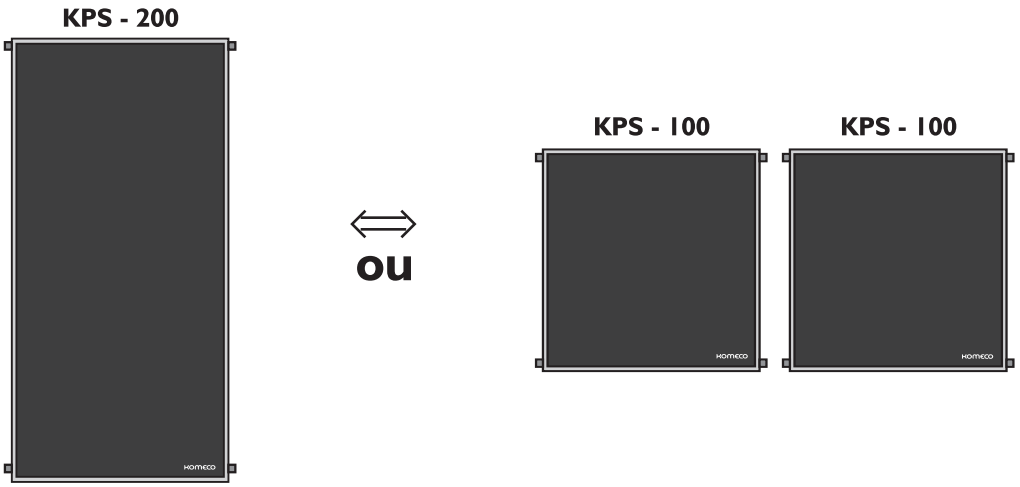


Figura 5. Modelos com tamanhos de placas coletoras.

INSTALAÇÃO

A partir de agora serão apresentadas as regras e dicas para uma instalação correta de cada sistema de aquecimento solar utilizado de acordo com as características e limitações do local de instalação do equipamento.

RESERVATÓRIO TÉRMICO:

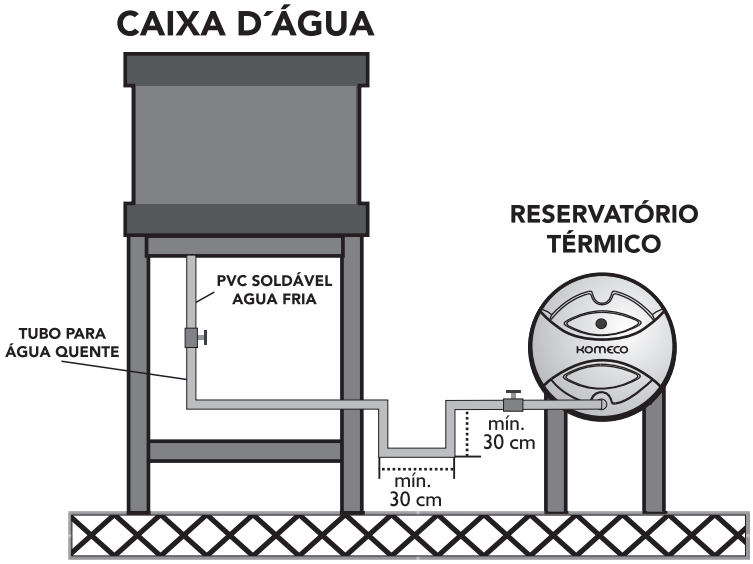


Figura 6. Alimentação do Reservatório Térmico.

- Instalar o reservatório térmico com tubulação hidráulica independente, entre a caixa d'água e o reservatório térmico;
- Não instalar o reservatório térmico com água direto da rua;
- Na impossibilidade de instalar rede própria de abastecimento entre a caixa d'água e o reservatório térmico, deve-se fazer o abastecimento de água através do ramal existente, sendo obrigatório a instalação de uma válvula de retenção, evitando que a água quente retorne para caixa d'água e para os ramais de distribuição de água fria, tendo o sistema danificado;
- Instalar um registro entre a caixa d'água e o reservatório térmico, permitindo interromper o abastecimento de água quando necessário;
- Fazer sifão na tubulação que alimenta o reservatório com água fria, já com tubos especialmente projetados para suportar água com alta temperatura (mín. 70°C), evitando danos no sistema hidráulico. O sifão deve seguir rigorosamente os padrões solicitados na Norma Brasileira Regulamentadora NBR 15569, onde o sifão deve ser montado como um "cavalete", tendo no mínimo 30cm de altura e 30cm de comprimento, vide ***Figura 6***;
- Sempre buscar instalar o reservatório térmico o mais próximo possível da bateria de coletores, deixando o percurso de água fria entre eles (reservatório - bateria de coletores) maior que o de água quente, diminuindo as perdas de carga e de temperatura do sistema;
- Instalar o reservatório térmico com o lado do retorno de água quente da bateria de coletores e a saída para consumo, o mais próximo possível dos coletores. Desta forma é possível manter a linha de água quente com um comprimento menor que a linha de água fria que vem do reservatório térmico para a bateria de coletores, visando sempre a menor perda de carga possível do sistema.

RESPIRO:

O respiro é um item MUITO IMPORTANTE na instalação. Serve para retirada de ar do sistema gerado pelo aquecimento da água (vapor) que fazem com que a pressão interna do reservatório térmico aumente. Sem a utilização do sistema de respiro na instalação, poderá ocasionar deformações do reservatório térmico e até o seu rompimento devido o aumento da pressão gerada internamente no equipamento. Defeitos decorrentes de mal utilização do produto não são cobertos pela garantia da KOMECO.

RESPIRO - BAIXA PRESSÃO:

1) Instalar respiro na saída de água quente para consumo do reservatório térmico, através da conexão "T".
IMPORTANTE: O registro utilizado na saída de água quente para consumo, deve ser instalado após o respiro;
2) Na conexão "T", fazer a derivação para a rede de consumo de água quente e para o sistema de respiro;
3) Montar o sistema de respiro sem sifão, em aclive constante, fazendo com que a tubulação fique com no mínimo 30 cm acima no nível máximo das caixa d'água (segundo NBR 15569).
4) O reservatório térmico utilizado para este sistema de respiro é o de baixa pressão. Suas características de instalação impedem a utilização deste sistema para alta pressão, portanto, a pressão máxima é de 0, 5 kgf/cm² ou 5 m.c.a., independente se é uma pressão estática ou dinâmica.

Mais o que é uma pressão estática e uma pressão dinâmica?

- ***Pressão Estática***: É uma pressão que existe em um determinado sistema que está em repouso (parado). Um exemplo é a pressão exercida pela água nas paredes do tubo quando não existe fluxo no sistema, ou seja, quando a água está parada dentro da tubulação.
- ***Pressão Dinâmica***: É uma pressão que existe em um determino sistema que está em movimento. Um exemplo é a pressão exercida pela água em movimento em uma tubulação. Vale lembrar que a pressão dinâmica será sempre menor que a pressão estática, pois é levado em consideração as perdas de carga do sistema.

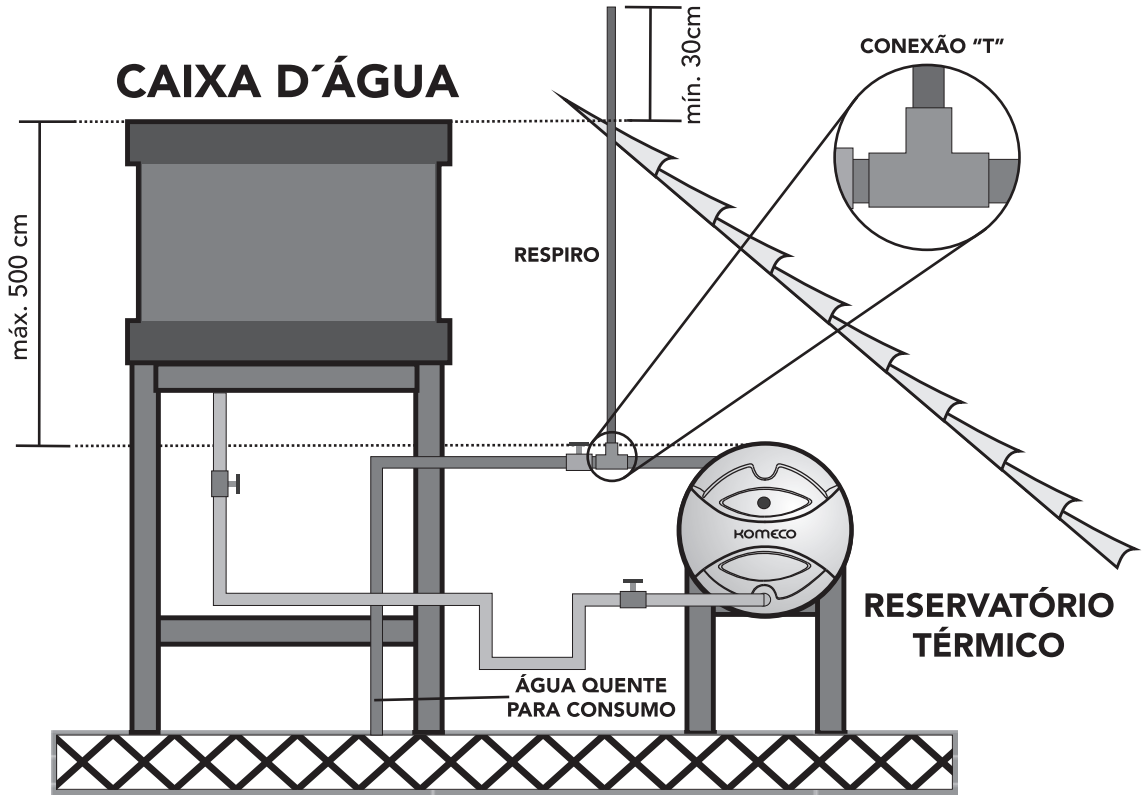


Figura 7. Respiro em sistema de baixa pressão.

RESPIRO - ALTA PRESSÃO:

1) Instalar respiro na saída de água quente para consumo do reservatório térmico, através da conexão "T". **IMPORTANTE:** O registro utilizado na saída de água quente para consumo, deve ser instalado após o respiro;
2) Por se tratar de um sistema de alta pressão, o respiro deve ser feito com uma válvula eliminadora de ar (purgador)e com uma válvula de retenção (portinhola) instalada no sentido invertido do fluxo normal da água;
3) Na conexão "T", fazer a derivação para a rede de consumo de água quente e para o sistema de respiro);
4) Quando existir a necessidade de utilizar uma bomba de água no sistema, é importante que ela seja acionada com PRESSOSTATO e não com fluxostato. O pressurizador não porvocará o efeito "sanfona" no reservatório térmico. Deve ser verificado a capacidade da bomba em fornecer o volume de água necessário, pois ela deve atender as especificações do projeto hidráulico e solar;
5) A interligação entre caixa d'água - pressurizador - reservatório térmico, deve ser projetada e montada com tubulação de cobre (preferência), para evitar sinistros causados por sobre pressão ou alta temperatura;
6) O reservatório térmico utilizado para este sistema de respiro é o de alta pressão. A pressão máxima de trabalho é de 4 kgf/cm² ou 40 m.c.a., independente se é uma pressão estática ou dinâmica. Deve ser instalada uma válvula de segurança na linha de alimentação de água fria para evitar que o reservatório térmico receba uma pressão acima do que foi projetado;
7) Usar vaso de expansão na linha de alimentação do reservatório térmico, pois têm a função de absorver as dilatações térmicas do sistema, provenientes da oscilação de temperatura da água dentro do reservatório térmico. Desta forma todo o sistema e seus componentes estarão protegidos de uma sobre carga de pressão proveniente da dilatação térmica. O vaso de expansão deve ser projetado para ter aproximadamente 4% do volume total de reservatório térmico.

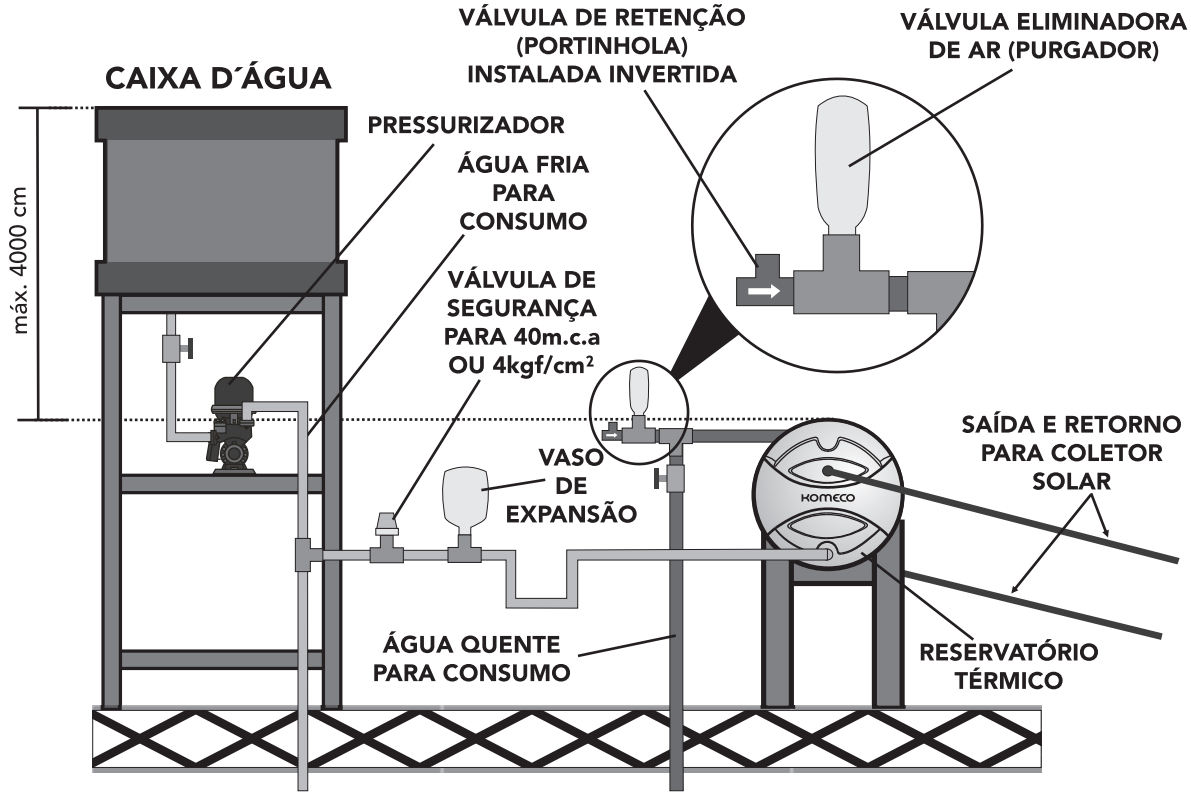
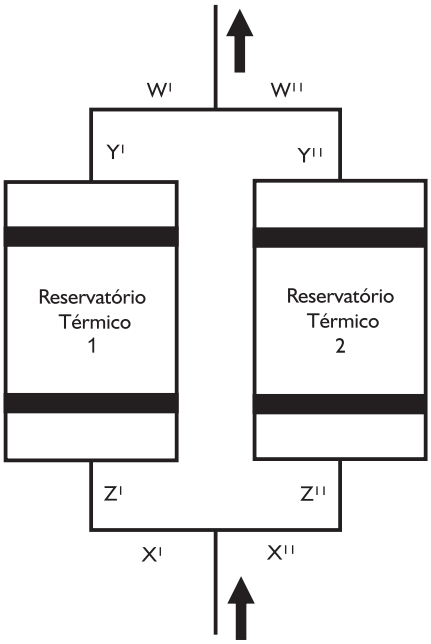


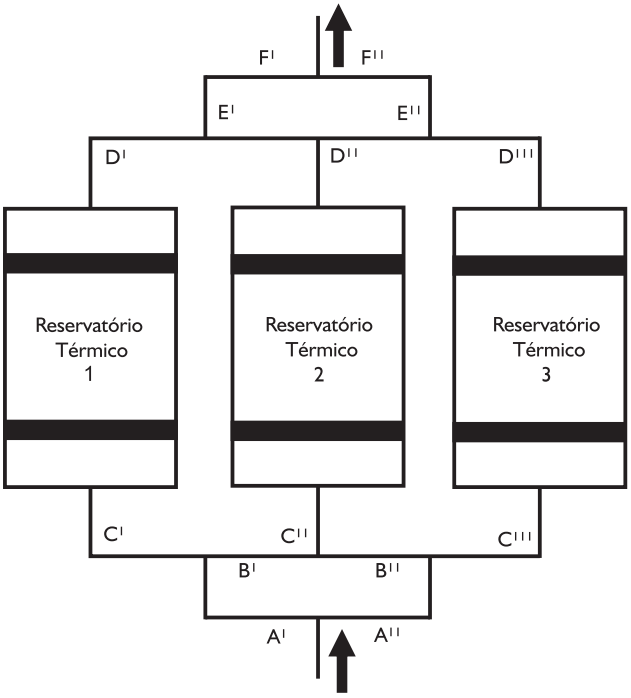
Figura 8. Respiro em sistema de alta pressão.

ASSOCIAÇÃO DE RESERVATÓRIOS TÉRMICOS

Associação em Paralelo: Recomendável para a interligação de um número pequeno de reservatórios, pois grandes associações em paralelo podem tornar o projeto tecnicamente e economicamente inviáveis para a sua execução e funcionamento.

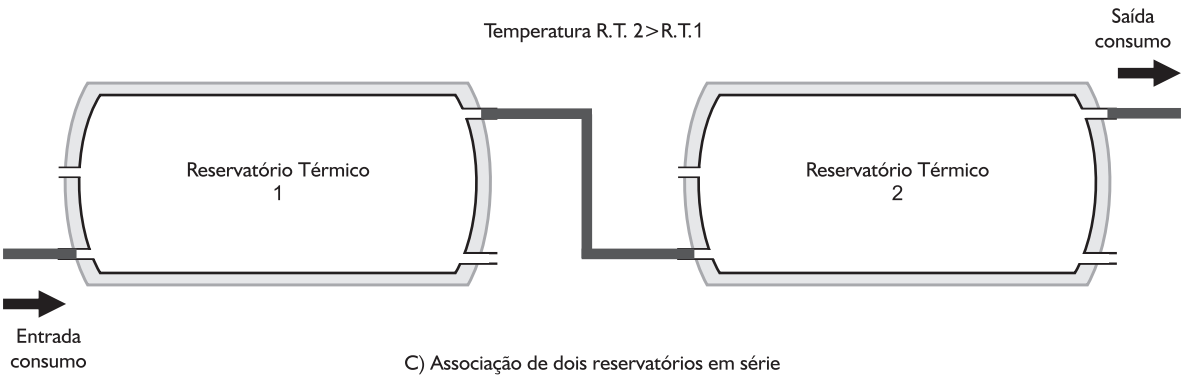


A) Associação de dois reservatórios em paralelo



B) Associação de três reservatórios em paralelo

Associação em Série: Recomendável para a interligação de reservatórios térmicos de médio e de grande porte, desta forma favorece o aquecimento de água e a instalação. Em geral, todas as instalações de grande porte utilizam esta associação entre reservatórios térmicos e sistemas de apoio para obter um rendimento maior e uma conservação mais constante do volume de água quente dentro do segundo reservatório térmico .

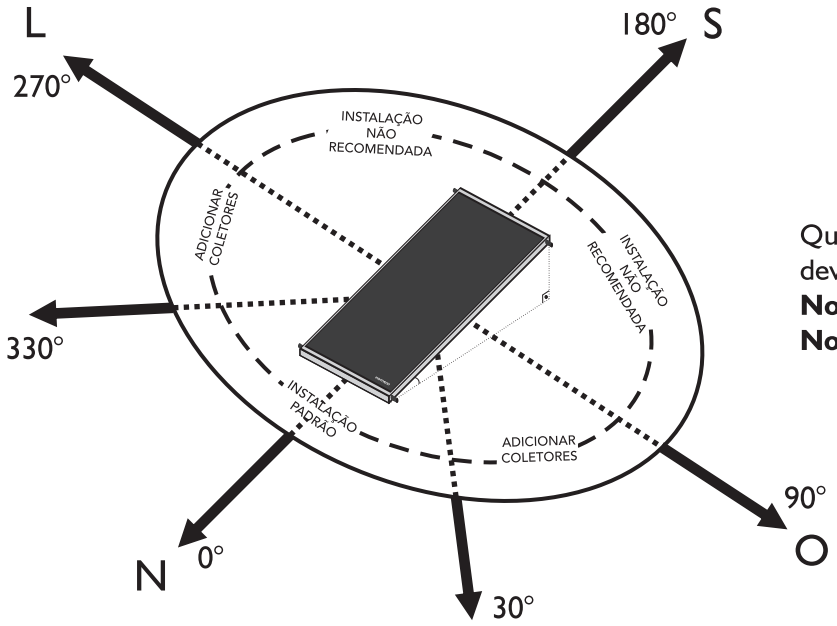


C) Associação de dois reservatórios em série

COLETORES SOLARES

MONTAGEM E FIXAÇÃO DA BATERIA DE COLETORES:

• Definir forma de fixação entre os coletores;
• No caso de lajes planas, fazer suporte de alumínio ou de aço galvanizado, de preferência em perfil de cantoneira, fixando o suporte na laje com parafuso. Tomar todos os cuidados devidos para que a instalação não sofra problemas após a instalação decorrentes de ventos fortes, conservado por mais tempo o equipamento;
• Telhado com estrutura de madeira (ripas e caibros), passar abraçadeira de Nylon ou fitas metálicas perfuradas para a fixação dos coletores solares na estrutura do telhado (Figura 11);



Quanto a posição dos coletores, deverão estar direcionados para o **Norte** (N), podendo variar entre **Nordeste** (NE) e **Noroeste** (NO).

Figura 9. Orientação dos coletores solar.

• É de extrema importância que os coletores sejam instalados em locais onde haja o máximo de insolação durante o dia. Evitando-se sombras (residências vizinhas de edifícios, arvores, muros elevados e etc), e locais sem sol (face sul);
• Os coletores devem ser instalados voltados para o NORTE (N), pois a face norte tem um índice de insolação maior durante todo o dia. A inclinação dos coletores deve ser feita através da latitude da região + 10 graus, não ultrapassando a inclinação máxima de 45°. Este procedimento permitirá que os coletores tenham rendimento adequado tanto no verão com principalmente no inverno;
• Não havendo condições de instalar os coletores para a Face Norte, deve-se optar sempre pela face Oeste (W ou O), pois os raios solares no período da tarde são mais fortes e geralmente o consumo de água quente se dá no início da noite. Assim, os coletores aquecem a água até próximo ao período de consumo, minimizando as perdas de calorias;
• Nas situações onde a bateria de coletores fica com um desvio do Norte Verdadeiro maior do que 30°, recomendamos o acréscimo de mais um coletor (em geral, podendo ter a necessidade de um número maior de coletores), para melhor aproveitamento do sol no período em que o local está recebendo a insolação.

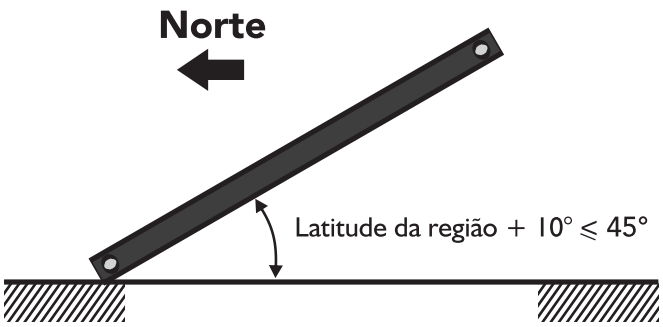


Figura 10. Ângulo de inclinação dos coletores

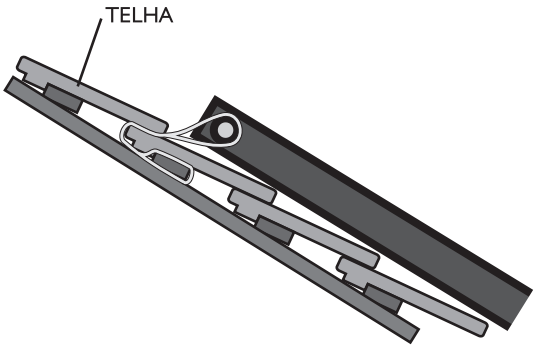


Figura 11. Fixação da placa no telhado.

TABELA DE LATITUDE DAS CIDADES BRASILEIRAS

Estado	Cidade	Latitude
Acre	Rio Branco	9,98
Alagoas	Maceió	9,68
Amapá	Macapá	0,04
Amazonas	Manaus	3,17
Bahia	Salvador	12,96
Ceará	Fortaleza	3,73
Distrito Federal	Brasília	15,73
Espírito Santo	Vitória	19,90
Goiás	Goiânia	16,70
Minas Gerais	Belo Horizonte	19,90
Maranhão	São Luiz	2,55
Mato Grosso	Cuiabá	15,60
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	20,48
Pará	Belém	1,45
Paraíba	João Pessoa	7,12
Paraná	Curitiba	25,44
Pernambuco	Recife	8,06
Piauí	Teresina	5,09
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	22,91
Rio Grande do Norte	Natal	5,80
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	30,04
Roraima	Boa Vista	3,17 (norte)
Rondônia	Porto Velho	8,77
São Paulo	São Paulo	23,55
Santa Catarina	Florianópolis	27,58
Sergipe	Aracaju	10,80
Tocantins	Palmas	10,10

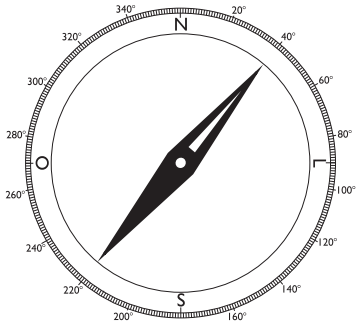
TABELA DE DECLINAÇÃO MAGNETICA DAS CIDADES BRASILEIRAS

Estado	Cidade	Declinação Magnética (em graus)
Acre	Rio Branco	-7,34
Alagoas	Maceió	-22,9
Amapá	Macapá	-18,5
Amazonas	Manaus	-13,9
Bahia	Salvador	-23,1
Ceará	Fortaleza	-21,6
Distrito Federal	Brasília	-20,0
Espírito Santo	Vitória	-22,8
Goiás	Goiânia	-19,2
Minas Gerais	Belo Horizonte	-21,5
Maranhão	São Luiz	-20,7
Mato Grosso	Cuiabá	-15,1
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	-15,2
Pará	Belém	-19,5
Paraíba	João Pessoa	-22,4
Paraná	Curitiba	-17,3
Pernambuco	Recife	-22,6
Piauí	Teresina	-21,4
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	-21,4
Rio Grande do Norte	Natal	-22,1
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	-14,7
Roraima	Boa Vista	-14,0
Rondônia	Porto Velho	-10,6
São Paulo	São Paulo	-19,6
Santa Catarina	Florianópolis	-17,4
Sergipe	Aracaju	-23,1
Tocantins	Palmas	-19,9

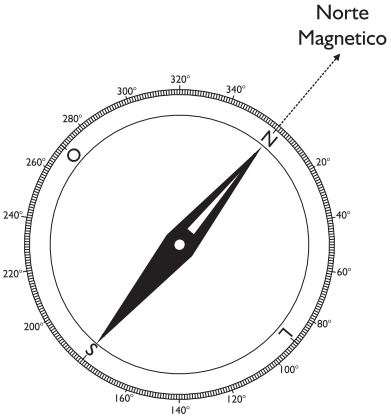
Obs.: Os dados de declinação magnetica podem sofrer correções a cada ano.

INSTALAÇÃO

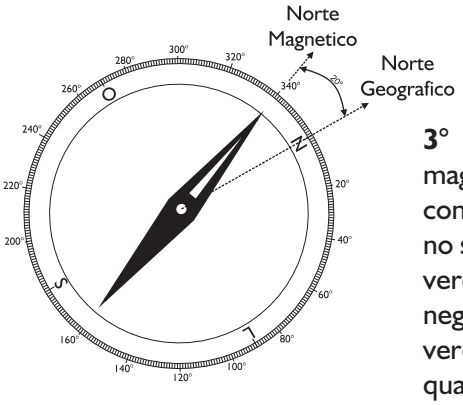
Achando o Norte verdadeiro:



1° Passo: Com o auxílio de uma bússola, identifique a posição do Norte magnético.



2° Passo: Faça a correção da escala colocano o Norte (N) na direção indicada pela agulha da bússola.



3° Passo: Utilizando a tabela de declinação magnética, posicione o **N** da bússola de acordo com o valor especificado para cada cidade, sempre no sentido indicado pela tabela, definindo o Norte verdadeiro. Quando o valor de declinação for negativo, quer dizer que seu desvio do norte verdadeiro é para o sentido Oeste (anti-horário), quando for um valor positivo o desvio é para o sentido Leste (horário).

Fazer um pequeno desnível entre coletor de entrada da água fria para o coletor de saída de água quente. Desta forma facilita a circulação da água na bateria de coletores, melhorando o rendimento dos coletores solares.

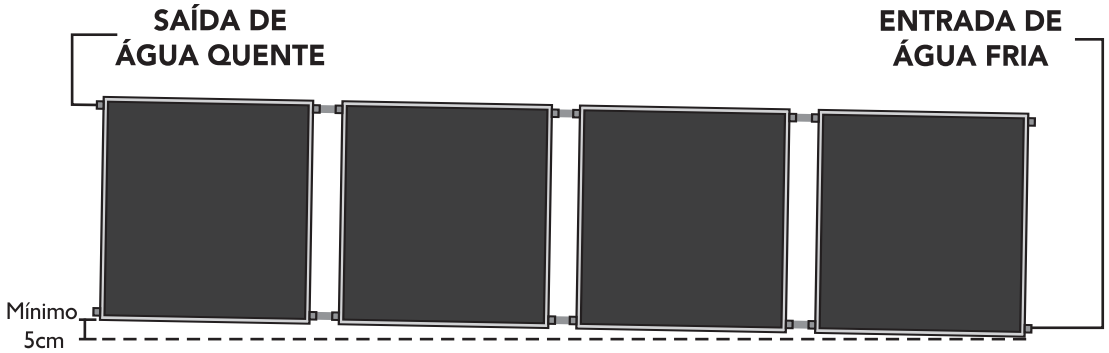


Figura 12. Inclinação favorável das baterias.

A entrada de água fria na bateria de coletores deve ser sempre na maior distância, entre o reservatório térmico e os coletores, deixando a menor distância para ser percorrida pelo retorno de água quente ao reservatório térmico. Esta ação é fundamental para melhor rendimento dos coletores.

A tubulação de retorno de água quente dos coletores não deve sofre oscilações quanto a sua inclinação, para evitar bolsões de ar que prejudicam o funcionamento do sistema termossifão.

INSTALAÇÃO

Conferindo a inclinação do telhado:

Em alguns projetos de edificações é comum que a inclinação do telhado seja dado em porcentagem e isso dificulta muitas vezes, já que trabalhamos com a inclinação em graus, por causa da latitude, mas muitas vezes é o acesso do telhado que dificulta a medição do técnico para identificar a inclinação correta do telhado.

Para verificar a inclinação do telhado basta:

1° - Fazer a medida do ponto "A", pegando a parte mais baixa possível e medindo sua altura (telhado ao forro);
2° - Do ponto medido puxar 100cm (1m) e marcar;
3° - Fazer a medida do ponto "B" (telhado ao forro);
4° - Utilizar a equação abaixo para identificar qual a inclinação do telhado utilizado na edificação.

$$I = \frac{B - A}{100\ cm}$$

5° - Utilizar a tabela de conversão de porcentagem abaixo para verificar quantos graus tem o telhado a ser instalado o aquecedor solar. Lembrando que o valor da equação acima será dado em porcentagem.

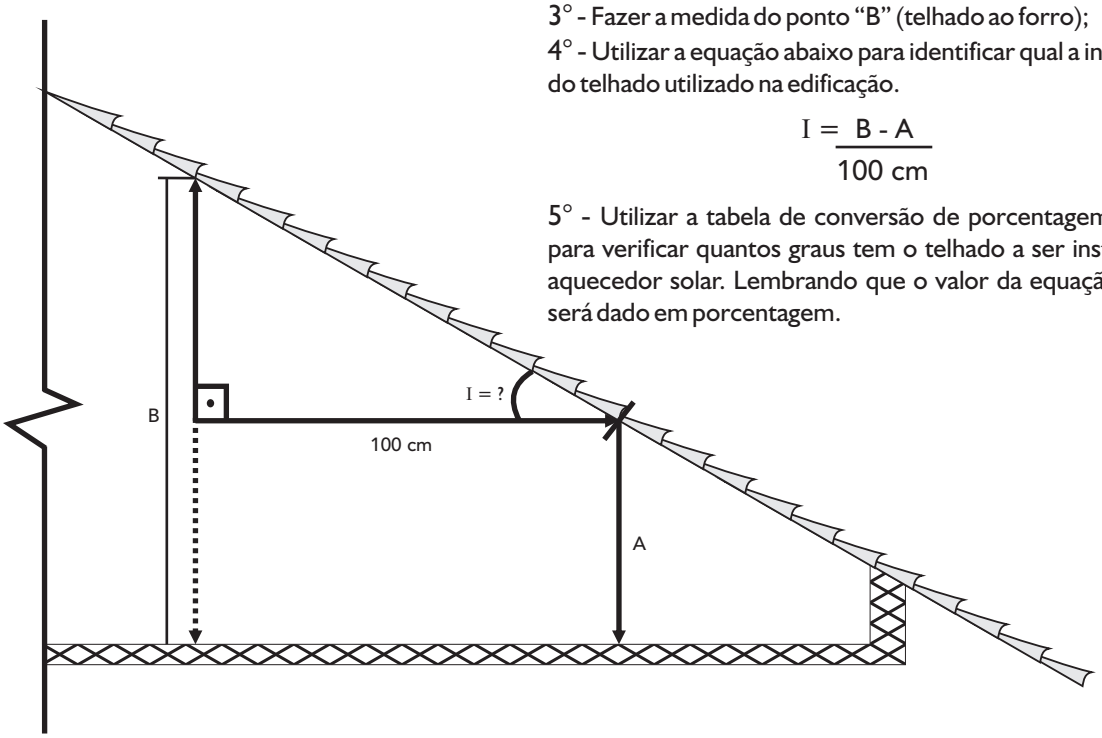


Tabela de conversão de porcentagem para graus

%	Graus	%	Graus
10	5,7	38	20,8
15	8,5	39	21,3
20	11,3	40	21,8
25	14,0	45	24,2
26	14,5	50	26,5
27	15,1	55	28,8
28	15,6	60	30,9
29	16,1	65	33,2
30	16,6	70	34,9
31	17,2	75	36,8
32	17,7	80	38,6
33	18,2	85	40,3
34	18,7	90	41,9
35	19,2	95	43,5
36	19,7	100	45,0
37	20,3		

Sombreamento e distância entre baterias de coletores:

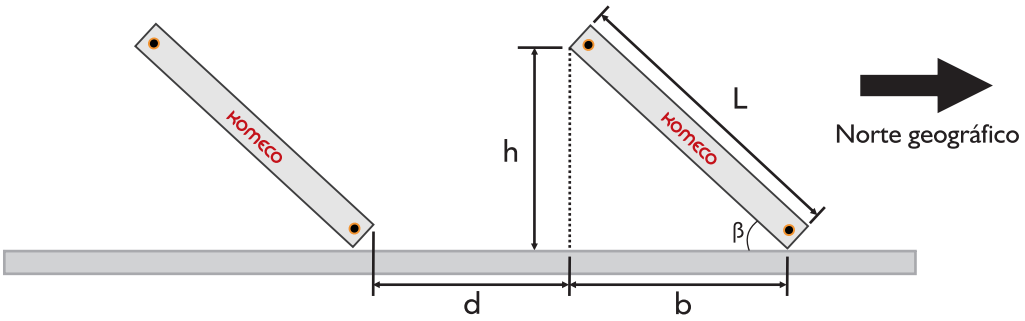
Após as definições de orientação e inclinação dos coletores, deve ser determinada a distância mínima entre as baterias que serão instaladas, minimizando ou evitando o sombreamento decorrente do mau posicionamento das baterias, de contruções vizinhas e etc.

TABELA FATOR k

Latitude (°)	Fator k
5°	0,541
0°	0,433
-5°	0,541
-10°	0,659
-15°	0,793
-20°	0,946
-25°	1,126
-30°	1,347
-35°	1,625

Para determinar a distância horizontal mínima entre cada coletor, basta utilizar a equação abaixo:

$$d = h \times k$$



onde:

b= L x cosß
h= L x senß

EXEMPLO:

Em uma cidade com latitude de 10°, um cliente está instalando um aquecedor solar Komeco, composto de um reservatório térmico de 1000 litros e de 10 coletores solares de 1m² (1m X1m). Como não é possível utilizar duas baterias de 5 coletores no sentido horizontal da laje, será montada uma bateria a frente da outra.

Lembrando que todo o processo de inclinação e direcionamento dos coletores para o Norte verdadeiro já foram efetuados.

Latitude: 10°
Inclinação dos coletores: Latitude + 10 °

TABELA DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

Ângulo ß	Seno	Cosseno	Tangente
0°	0,000	1,000	0,000
5°	0,087	0,996	0,087
10°	0,174	0,985	0,176
15°	0,258	0,965	0,267
20°	0,342	0,940	0,364
25°	0,422	0,906	0,466
30°	0,500	0,866	0,577
35°	0,573	0,819	0,700
40°	0,643	0,766	0,839
45°	0,707	0,707	1,000

1° passo: Calcular a altura da bateria de coletores até a laje utilizando função trigonométrica:

$$\text{Sen } 20° = \frac{h}{L} \rightarrow h = L \times \text{sen } 20° \rightarrow h = 1 \times 0{,}342 \rightarrow \boxed{h = 0{,}342}$$

Portanto, a altura que a bateria de coletores ficará é de 34,2 cm.

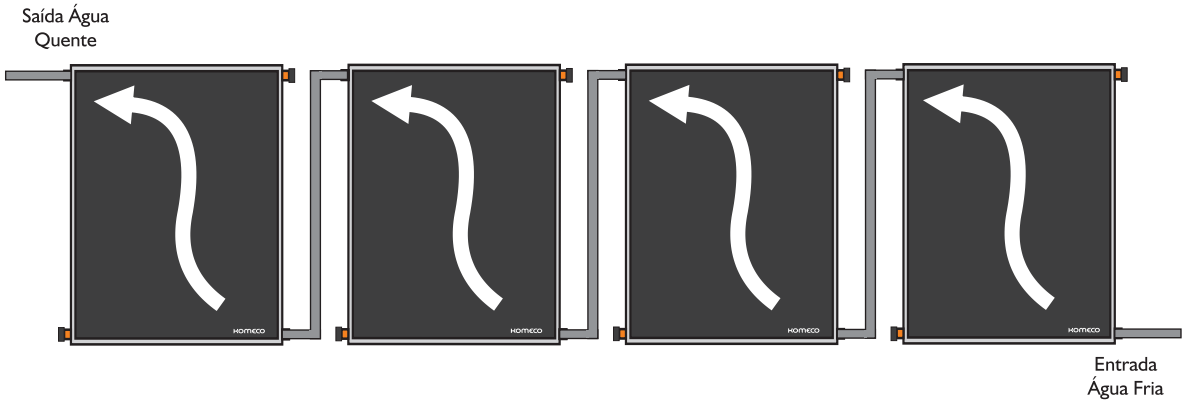
2° passo: Calcular a distância mínima entre as baterias de colatores solares:

$$d = h \times k \rightarrow d = 0{,}342 \times 0{,}659 \rightarrow \boxed{d = 0{,}225}$$

Portanto, a distância mínima entre as baterias deve ser de 22,5 cm. Recomendamos para nível de manutenções futuras no equipamento, utilizar uma distância mínima entre as baterias de 40 a 50 cm.

ARRANJO DE COLETORES SOLARES

Associação em série: Esta associação é utilizada para o sistema **FORÇADO**.

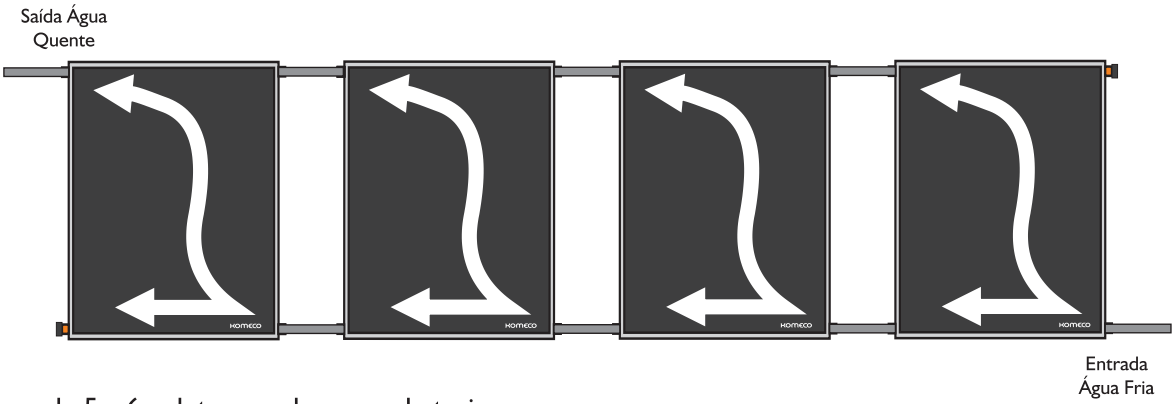


Máximo recomendado de associações são de 3 por bateria.

IMPORTANTE

Em situações onde o número de baterias interligadas em série passe de duas, deve ser colocado na parte superior do último coletor, na saída de água quente, uma válvula eliminadora de ar.

Associação em paralelo: Esta associação é utilizada para o sistema **TERMOSSIFÃO**.



Máximo de 5 a 6 coletores solares por bateria.

Equilíbrio Hidráulico:

Sempre deve ser levado em consideração o equilíbrio hidráulico do sistema, já que é um fator que influência muito no rendimento do sistema de aquecimento de água.

O uso do sistema de aquecimento segundo o princípio de retorno invertido, permite equalizar hidraulicamente o sistema, fazendo com que as perdas de cargas da água no sistema sempre seja a mesma, independente da bateria de coletores solares que a água esteja circulando. É importante salientar que o diâmetro da tubulação deve ser dimensionado de acordo com a vazão que circula no sistema.

BATERIA DE COLETORES:

O número máximo de coletores para formar uma bateria é de seis coletores. Acima de seis coletores é necessário montar os coletores em duas ou mais baterias, sempre respeitando as regras de EQUILÍBRIO HIDRÁULICO.
Evitar instalar os coletores no sol sem água, sob risco de quebra do vidro do coletor, devido a alta temperatura no interior do coletor solar.

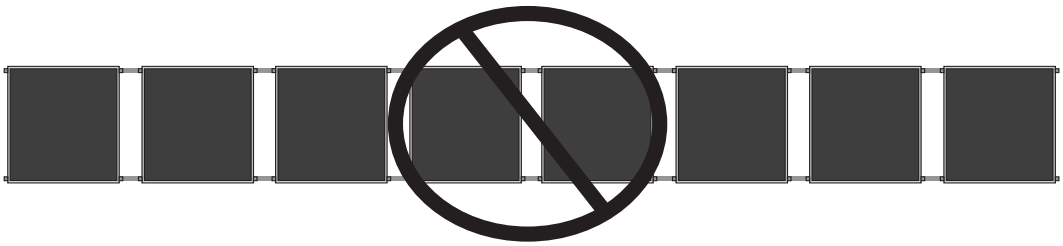


Figura 13. Montagem **INCORRETA**.

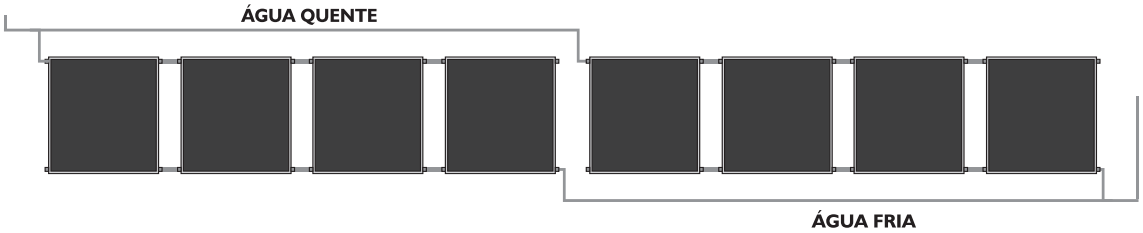


Figura 14. Montagem **CORRETA**.

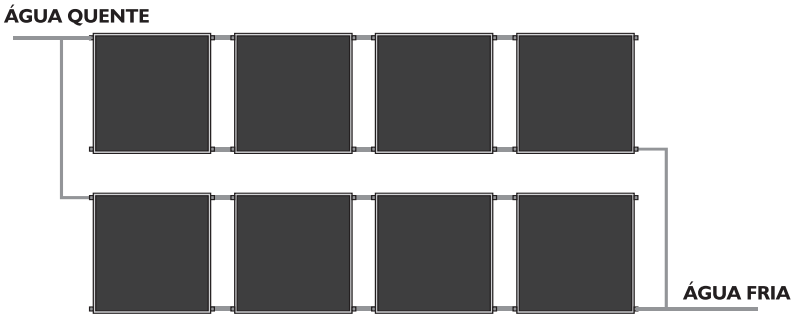


Figura 15. Montagem **CORRETA**.

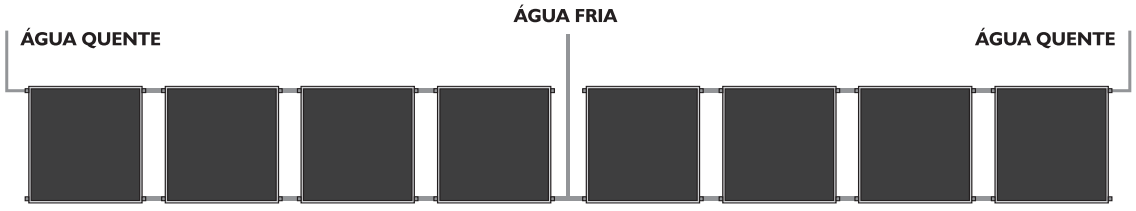


Figura 16. Montagem **CORRETA**.

ATENÇÃO!

Não deixar o coletor solar instalado sem água por muito tempo, pois ele absorve o calor e eleva muito a sua temperatura interna e como não tem água fria para fazer a troca de calor, pode ocasionar a quebra do vidro do coletor solar.

ISOLAMENTO TÉRMICO

Segundo a NBR 15569, todos os tubos, conexões e acessórios devem ser capazes de suportar fluídos em alta temperatura e pressões encontradas no sistema de aquecimento solar, sem apresentar danos como vazamentos ou deformações. Devem ser dimensionados também para não causarem vibrações ou ruídos excessivos, induzindo a um alto nível de tensões mecânicas que acabam causando prejuízos a instalação.
Todo o isolamento térmico utilizado na instalação deve estar de acordo com as especificações de espessuras e diâmetros das tubulações a serem utilizadas no sistema. Esse material deve ser encaixado na tubulações não é recomendável a utilização de cola ou outros materiais que possam impedir uma futura manutenção no sistema de aquecimento solar ou que venham a alterar as propriedades do isolamento térmico utilizado.
O isolamento térmico é indispensável e deve ser utilizado em TODA tubulação de água quente, desde a tubulação de saída da bateria de coletores até o ponto de consumo.

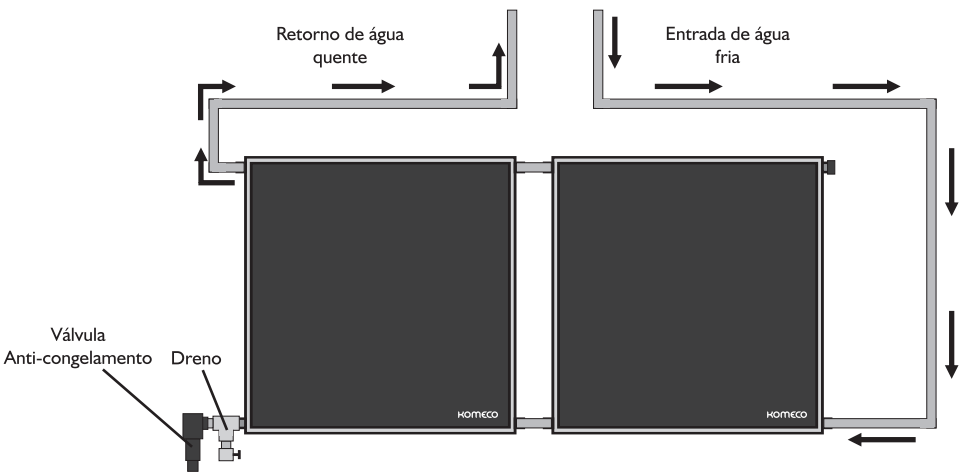
Isolamento Térmico - Polietileno Expandido	
Espessura do Isolamento (mm)	Diâmetro da Tubulação (mm)
5	$Ø \leq 22$
10	$22 > Ø \geq 66$
20	$Ø > 66$

VÁLVULA ANTI-CONGELAMENTO

A válvula anti-congelamento é utilizada nas regiões com grandes possibilidades de geadas ou com temperaturas muito baixas, congelando a água que está repousando no coletor.

É importante que o sistema esteja bem aferido e dimensionado com a válvula anti-congelamento, pois as possibilidades de geadas constantes em algumas regiões do país, principalmente no sul, que normalmente chegam atingir no inverno temperaturas negativas com muita facilidade, podem trazer danos irreversíveis aos coletores, já que a água quando levada a baixas temperaturas, pode congelar, aumentando o seu volume e danificando internamente os coletores solares.

A válvula anti-congelamento da Komeco trabalha com um sistema mecânico que é acionado quando a temperatura da água atinge **5°C.** Neste momento a válvula libera a passagem da água, fazendo o sistema circular até que a temperatura aumente e seja suficiente para fechar novamente a válvula.



APOIOS PARA O AQUECEDOR SOLAR

Para as épocas de chuvas ou períodos sem sol, o aquecedor solar necessita de um sistema auxiliar de aquecimento, os mais utilizados são:

ELÉTRICO (Básico):

Os reservatórios térmicos são equipados de fábrica com resistência elétrica e termostato variável para a utilização do apoio elétrico. Este apoio deve ser instalado direto em um disjuntor adequado para a corrente de operação do produto e colocado no quadro elétrico para poder ser ligado ou desligado manualmente.

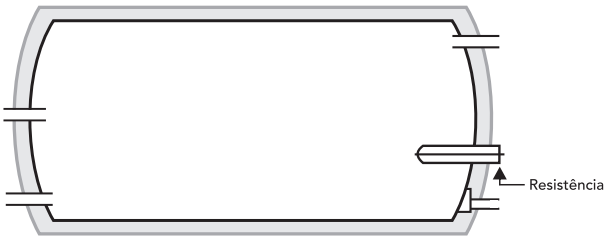


Figura 17. Estrutura do reservatório térmico.

O aquecedor solar em geral usa o apoio elétrico para dias com pouco insolação ou em dias de chuva, possibilitando que o reservatório térmico mantenha sempre o aquecimento da água constante.
A temperatura dentro do reservatório térmico é controlada pelo termostato. Sua sensibilidade térmica poderá ser regulada através do botão de regulagem, localizado na parte inferior da tampa lateral do reservatório térmico, como mostra a figura abaixo:

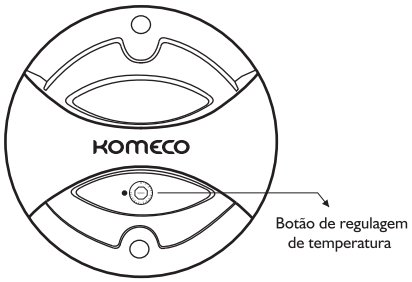


Figura 18. Tampa do reservatório térmico.

Para fazer a regulagem da temperatura do reservatório térmico através do botão, para isso basta girar no sentido horário para aumentar a temperatura e no sentido anti-horário para diminuir a temperatura, assim como mostra a figura abaixo:

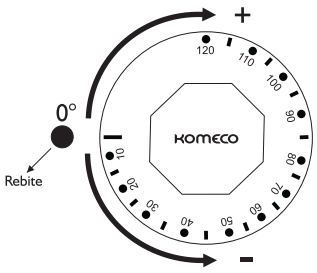
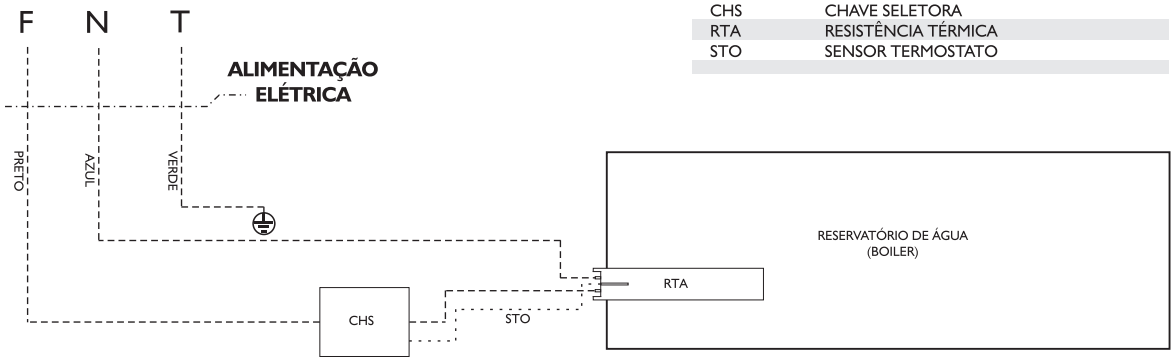


Figura 19. Botão do termostato do reservatório térmico

Para melhor rendimento do aquecedor solar é recomendado que a regulagem do termostato esteja entre 40°C e 45°C durante o verão e 45°C e 60°C durante o inverno.

Para utilizar o reservatório térmico apenas como aquecimento elétrico, basta tampar a saída de água fria para alimentação dos coletores e o retorno de água quente dos coletores. Todas as duas possuem etiqueta de identificação nas tampas laterais do reservatório térmico.

ESQUEMA ELÉTRICO

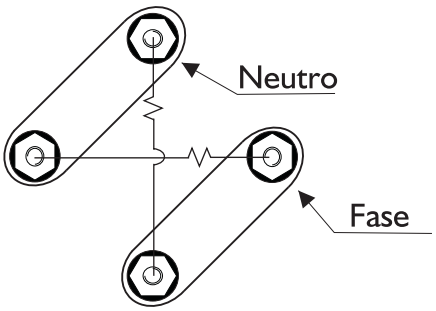


CÓDIGO	NOME
CHS	CHAVE SELETORA
RTA	RESISTÊNCIA TÉRMICA
STO	SENSOR TERMOSTATO

ALTERANDO TENSÃO DE ENTRADA DO R.T.

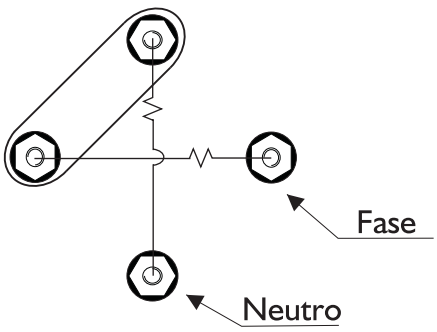
Ligação elétrica para sistema monofásico:

Ligação em 127V



Para realizar a ligação elétrica da resistência para tensão em 127V, as resistências deverão estar associadas em paralelo, utilizando as chapas de contato que estão nas esperas (pontas) da resistência para a alimentação elétrica.

Ligação em 220V



Para realizar a ligação elétrica da resistência para tensão em 220V, as resistências deverão estar associadas em série, utilizando as chapas de contato que estão nas esperas (pontas) da resistência para a alimentação elétrica.

IMPORTANTE

É necessário prestar muita atenção no momento da instalação dos reservatórios, pois todos estão com suas ligações na resistência elétrica para 220V.

É obrigatório que ao instalar um reservatório térmico, o mesmo seja devidamente aterrado, para evitar acidentes decorrentes de uma descarga elétrica.

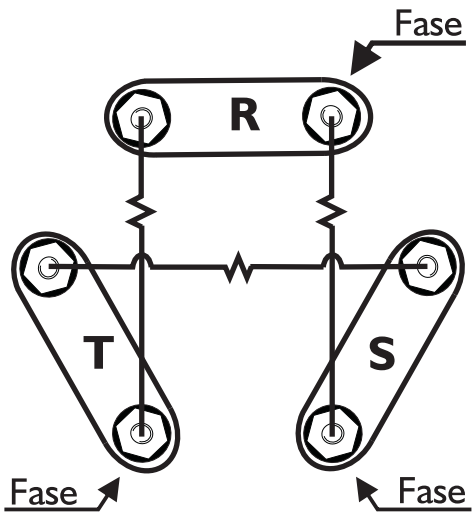
Toda instalação elétrica deve estar de acordo com a Norma Regulamentadora Brasileira - NBR 5410/2006 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

ALTERANDO TENSÃO DE ENTRADA DO R.T.

Ligação elétrica para sistema Trifásico:

Rede Trifásica 220V para Resistência Elétrica de 6000W

Esquema de ligação TRIÂNGULO - Utilizado em regiões com tensão de alimentação em 220V Trifásico



IMPORTANTE

O conjunto de resistências elétricas **NÃO** devem ser associadas em série para alimentação elétrica monofásica, pois este procedimento acarretará na queima da resistência, já que ela está projetada para trabalhar com uma corrente de operação de até 10A.

ALTERANDO TENSÃO DE ENTRADA DO R.T.

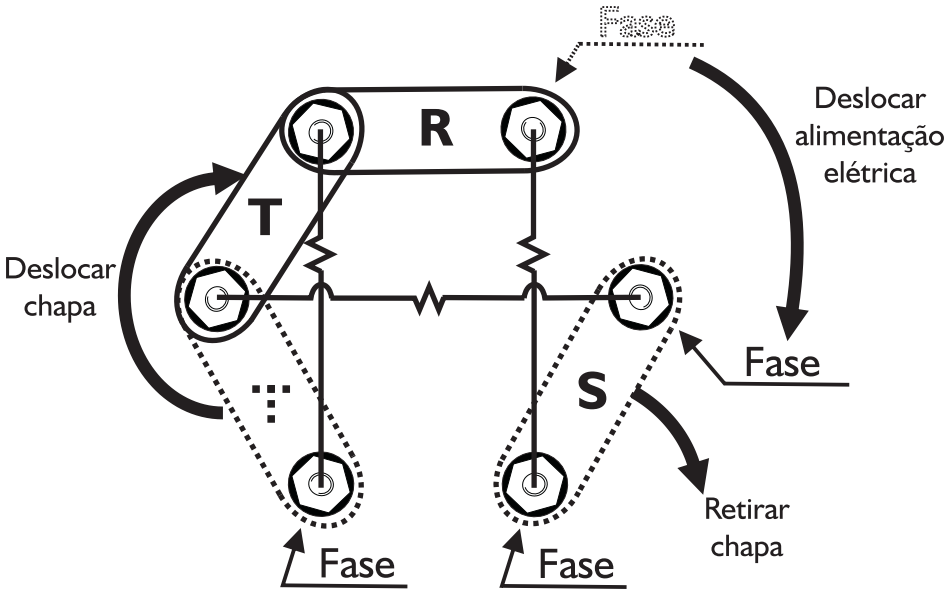
Ligação elétrica para sistema Trifásico:

Rede Trifásica 380V para Resistência Elétrica de 6000W

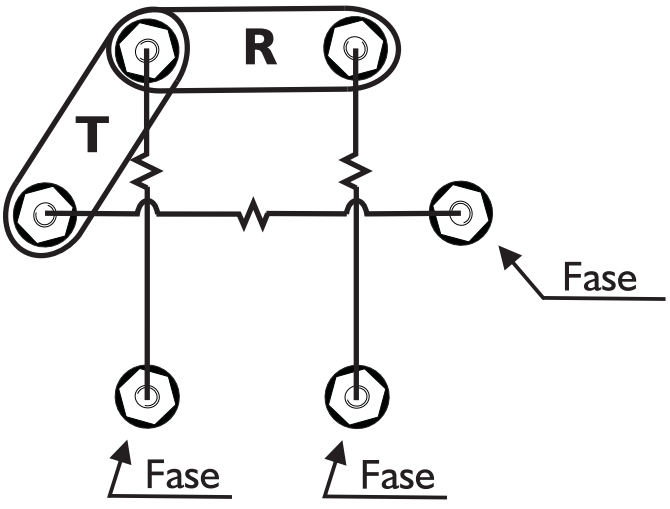
Esquema de ligação ESTRELA - Utilizado em regiões com tensão de alimentação em 380V Trifásico

Sequência de alterações da resistência elétrica Trifásica 220V para Trifásica 380V:

1ª - Fazer a retirada da chapa de conexão elétrica "S";
2ª - Deslocar a extremidade inferior da chapa de conexão elétrica "T" da sua posição original e unir com a ponta esquerda da chapa de conexão elétrica "R";
3ª - Fazer a retirada da alimentação elétrica (fase) que fica do lado direito da chapa de conexão elétrica "R";
4ª - Deslocar a extremidade (ponta) da alimentação elétrica (fase) para a extremidade superior onde estava fixada a chapa de conexão elétrica "S".



Visualização da resistência elétrica após efetuada as alterações descritas anteriormente.



APOIOS PARA O AQUECEDOR SOLAR

APOIO A GÁS:

No apoio a gás o aquecedor de passagem passa a exercer a função da bateria de coletores e do apoio elétrico nos momentos onde não existe isolação (sem sol) suficiente para o aquecimento da água. É necessário instalar uma bomba de circulação para água quente, para forçar a passagem de água pelo aquecedor de passagem a gás e depois de aquecida a água, ela retorna para o reservatório térmico. Vide figura abaixo:

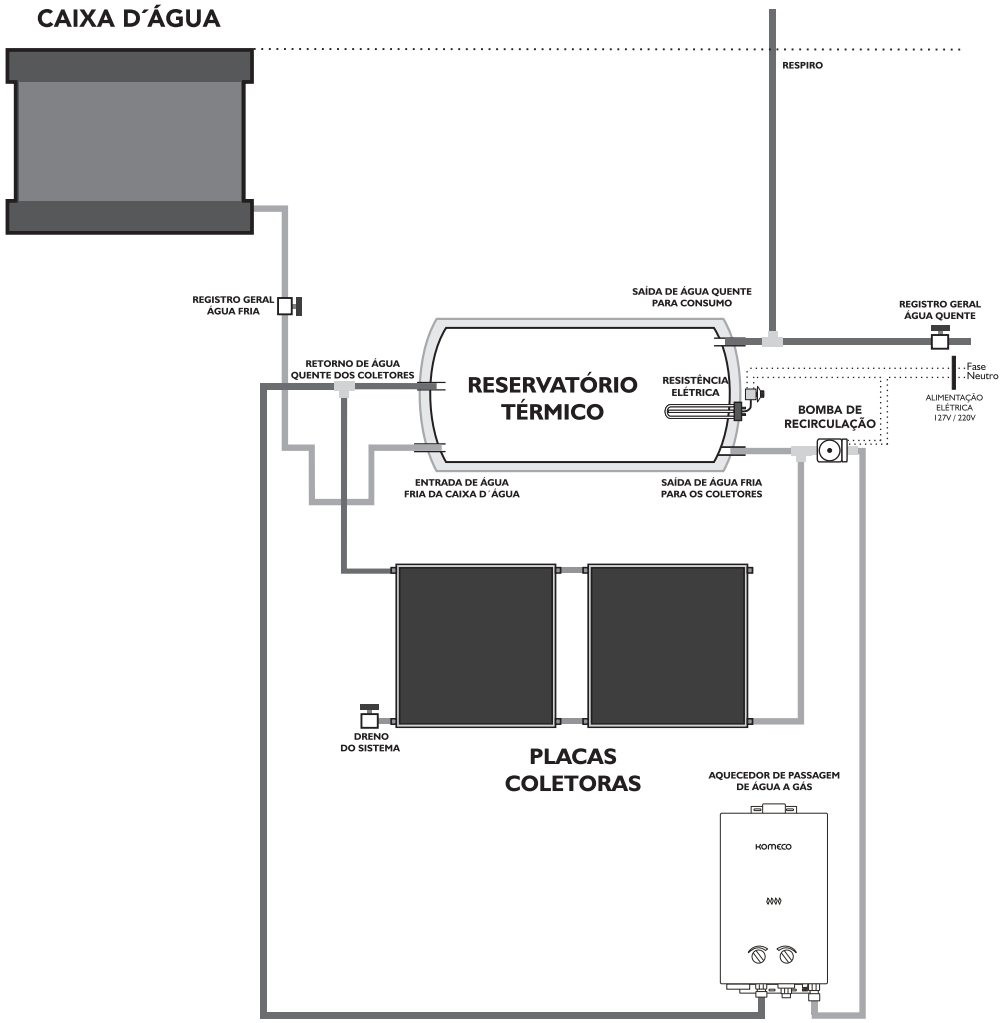


Figura 20. Instalacão do Aquecedor Solar com apoio a gás.

É importante salientar que quando for usado o apoio a gás, a resistência elétrica deve ser desligada para evitar o consumo desnecessário de energia elétrica para o aquecimento da água no reservatório térmico.

Para acionar o apoio a gás é necessário desfazer a ligação elétrica do termostato com a resistência elétrica. Utiliza-se termostato da resistência elétrica para fazer o acionamento da bomba de circulação do apoio a gás, desta forma, sempre que a temperatura no reservatório térmico baixar do valor estipulado no termostato, a bomba de circulação será acionada. Chegando a temperatura estipulada, o termostato desligará automaticamente a bomba de circulação do apoio a gás.

A Komeco dispõe de kit próprio de apoio a gás, formado pela bomba de circulação própria para água quente e o aquecedor de passagem de água a gás. Este apoio é padrão, podendo variar/optar por modelo de aquecedor de maior vazão, conforme a necessidade e desejo do proprietário.

APOIOS PARA O AQUECEDOR SOLAR

ATENÇÃO!

Ao utilizar um aquecedor de passagem para o apoio do sistema de aquecimento solar, ele deve ter o diafragma de borracha nitrílica da válvula de água substituído por um diafragma de silicone, que é projetado para suportar altas temperaturas (até 150°C), sem prejudicar o funcionamento do produto, aumentando a vida útil do aquecedor de passagem.

A bomba de circulação de água também deve ser própria para trabalhar com água em alta temperatura.

AQUECEDOR DE PASSAGEM DE ÁGUA A GÁS

BOMBA DE CIRCULAÇÃO

POSSÍVEIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES

PROBLEMA	POSSÍVEL MOTIVO	SOLUÇÃO
Água não está quente	1. Vidro do coletor sujo	1. Fazer a limpeza da placa
	2. Sombra nos coletores	2. Fazer poda na vegetação ou retirar obstáculo da frente do coletor
	3. Consumo de água além do projetado	3. Redimensionar sistema
	4. Bolhas de ar na tubulação	4. Abrir todos os pontos de consumo até retirar todo o ar da tubulação, caso continue, solicite um assistência técnica
	5. Inclinação ou orientação do coletor solar incorreta	5. Solicitar assistência técnica
	6. Obstrução na tubulação ou ligação entre reservatório-coletor incorreta.	6. Solicitar assistência técnica
Água não está quente mesmo com o sistema de apoio elétrico acionado	1. Alimentação elétrica desligada	1. Ligar disjuntor
	2. Termostato do reservatório mal regulado ou com defeito	2. Regular termostato, se não resolver chamar assistência técnica
	3. Resistência elétrica queimada ou suja	3. Solicitar assistência técnica
Água está quente demais	1. Termostato do reservatório mal regulado	1. Regular termostato
	2. Termostato queimado	2. Solicitar assistência técnica
Não sai água quente no ponto de consumo	1. Registro fechado	1. Abrir registro
	2. Tubulação entupida	2. Fazer limpeza da tubulação
	3. Bolha de ar	3. Abrir todos os pontos de consumo até retirar todo o ar da tubulação, caso continue, solicite um assistência técnica
	4. Ducha higiênica aberta	4. Fechar ducha higiênica
Vazamento no sistema	1. Dilatação térmica excessiva a/ou falta de veda rosca	1. Refazer a união onde houve a dilatação térmica ou falta de veda rosca
	2. Defeito por congelamento da água na tubulação depois de uma geada	2. Solicitar assistência técnica
	3. Solda mal executada ou subdimencionada	3. Solicitar assistência técnica

IMPORTANTE

Todas as informações contidas neste manual (nas etiquetas, embalagens e etc.), assim como os equipamentos em linha, podem sofrer alterações sem aviso prévio do fabricante.

ANOTAÇÕES

ANOTAÇÕES

Referência Bibliográfica:

Abrava - Manual de Capacitação em Projetos de Sistemas de Aquecimento Solar (Abril - 2008)